

STATISTISCHE THERMODYNAMICA
examen 25 augustus 2008

1 De entropie van water bij atmosferische druk en 100 graad Celsius is 0.31 calorie per gram en per graad Celsius. Wat is de verdampingswarmte bij die temperatuur? De enthalpie $H = U + pV$ van stoom is onder die omstandigheden gelijk aan 640 calorie per gram. Bereken de enthalpie van het water onder diezelfde omstandigheden.

Bereken de Gibbs vrije energie $G = H - TS$ van water en van stoom bij diezelfde temperatuur en druk.

2 1 mol ideaal gas ($\gamma = 1.4$) heeft oorspronkelijk een druk P en een volume V . Het wordt adiabatisch samengedrukt tot de druk $2P$ bedraagt. Hierna expandeert het gas bij constante druk tot het volume terug V is. Uiteindelijk wordt het gas isochorisch afgekoeld tot de druk terug P bedraagt.

Bepaal de temperatuur bij elke stap van de cyclus.

Bepaal Q en W bij elke stap en voor de totale cyclus.

3 We beschouwen een gas van N onafhankelijke deeltjes, met posities $\vec{r}_1, \dots, \vec{r}_N$ en waar de energie van een deeltje enigzins eigenaardig verbonden is met zijn impuls via $E_1(\vec{p}) = c|\vec{p}|$.

De deeltjes ondergaan een harmonische potentiaal die hen probeert te vangen rond een bepaalde plaats (de oorsprong). De afstand tot de oorsprong is $\|\vec{r}_i\| = \sqrt{x_1^2 + y_1^2 + z_1^2}$ in cartesische coördinaten $\vec{r}_i = (x_i, y_i, z_i)$. Het systeem is in thermisch evenwicht bij temperatuur T en wordt beschreven met energie

$$E(\vec{r}_1, \dots, \vec{r}_N, \vec{p}_1, \dots, \vec{p}_N) = c \sum_{i=1}^N |\vec{p}_i| + \frac{\kappa}{2} \sum_{i=1}^N \|\vec{r}_i\|^2.$$

Daarin is $|\vec{p}_i| = |\vec{p}_{i,x}| + |\vec{p}_{i,y}| + |\vec{p}_{i,z}|$ de som van de absolute waarden van de drie cartesische componenten van de impuls. c is de lichtsnelheid, κ een veerconstante.

Bereken de Helmholtz vrije energie. De waarden van N, V, T zijn willekeurig.

4 We plaatsen ons in de thermodynamica van een ideaal gas.

a. Geef een concreet voorbeeld van een adiabatisch proces waarbij de totale entropie stijgt (en niet constant blijft).

b. Geef een concreet voorbeeld van een isotherm proces waarbij de warmte niet nul is.
